مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۴، شماره ۱، سال ۱۳۹۷

اثر کم‌آبیاری بر خواص کمی و کیفی میوه زیتون (رقم زرد) در استان کرمانشاه

Effect of Deficit Irrigation on Quantitative and Qualitative Characteristics of Olive Fruit (Zard Cultivar) in Kermanshah Province

رحمت‌اله غلامی[*1] و عیسی ارجی[2]

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۹

چکیده

غلامی، ر.، و ارجی، ع. ۱۳۹۷. اثر کم‌آبیاری بر خواص کمی و کیفی میوه زیتون (رقم زرد) در استان کرمانشاه. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۴:** ۵۲-۳۹.

به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر صفات کمی وکیفی میوه زیتون (رقم زرد)، آزمایشی با پنج تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ در منطقه جوانمیری (غرب استان کرمانشاه) اجرا شد. تیمارها شامل پنج رژیم آبیاری بود: آبیاری کامل (شاهد)؛ عدم آبیاری در طول مدت سخت شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ آبیاری در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول)؛ آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی و بدون آبیاری درشرایط دیم. در این مطالعه صفات وزن، طول و قطر میوه، وزن هسته، وزن گوشت، نسبت گوشت به هسته، درصد رطوبت میوه، عملکرد میوه و راندمان مصرف آب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که تاثیر رژیم آبیاری و اثر متقابل رژیم آبیاری در سال بر وزن و اندازه میوه، وزن گوشت و عملکرد میوه معنی‌دار بود. عدم آبیاری در طول مدت سخت شدن هسته صفات عملکرد، وزن و اندازه میوه و همچنین وزن گوشت را افزایش داد. کمترین عملکرد، وزن و اندازه میوه و وزن گوشت میوه در شرایط دیم مشاهده شد. بالاترین راندمان مصرف آب (۵/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب) با آبیاری در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول) به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: زیتون، رژیم آبیاری، راندمان مصرف آب، وزن میوه، عملکرد.

نویسنده مسئول: gholami.rahmat@yahoo.com تلفن: ۰۸۳۳۸۳۵۱۰۲۱

*: این پژوهش قسمتی از نتایج پروژه تحقیقاتی بررسی اثرات کسر آبیاری تنظیم‌شده بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان زیتون رقم زرد در استان کرمانشاه به شماره مصوب ۲-۵۵-۰۳-۹۴۱۰۲ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است.

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده است که هر ساله خسارت‌های زیادی را به محصولات زراعی و باغی وارد می‌کند (Arzani and Arji, 2000). با توجه به خطر خشکی و کمبود آب به‌ویژه طی چند سال اخیر، لزوم اتخاذ روش‌های مناسب در بهره‌برداری بهینه از منابع آبی احساس می‌شود. استفاده از ارقام مقاوم و تعیین زمان‌های بحرانی آبیاری (Gholami *et al*., 2016)، استفاده از مالچ (Gholami *et al*,. 2013a) و تنظیم‌کننده‌های رشد (Gholami *et al*., 2013b) از روش‌های صرفه‌جویی در مصرف آب است. استراتژی کسر آبیاری یک راه‌حل مناسب در باغبانی بوده که کارایی مصرف آب را بهبود می‌بخشد.

اگرچه برای مقابله با خشکی در درختان میوه راهکارهای مختلفی پیشنهاد شده است که هر یک به‌نوبه خود کارایی مؤثری را دارند، ولی یکی از راهکارهای عملی مقابله با خشک‌سالی و کم‌آبی در درختان میوه، اعمال مدیریت و برنامه‌ریزی جهت استفاده صحیح و بهینه از منابع آب است (Jafari and Mahlooji, 2005). کم‌آبیاری تنظیم‌شده یکی از راهکارهای اساسی بهینه‌سازی مصرف آب در باغات است. استفاده از این روش، معمولاً میزان عملکرد در واحد سطح را کاهش می‌دهد، ولی با آب صرفه‌جویی‌شده می‌توان اراضی بیش‌تری را زیر کشت برد و باعث توسعه بیشتر باغ شد (Kheirabi *et al*., 1996). نوع خاصی از کم‌آبیاری، کم‌آبیاری تنظیم‌شده است که به معنی استفاده از مقدار آب کم‌تر (نسبت به میزان موردنیاز برای تأمین صد درصد نیاز آبی گیاه) در دوره‌های مشخصی از رشد که تولید و کیفیت محصول کمتر تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد (Ruiz-Sanchez *et al*., 2010).

بنابراین تعیین مراحل غیر حساس رشدی میوه به کسر آبیاری تنظیم‌شده به‌ویژه در شرایط کشت تجاری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از روش کسر آبیاری تنظیم‌شده یکی از استراتژی‌های مناسب برای کاهش مصرف آب در درختان میوه است که کاربرد آن در مناطقی که با مشکل کم‌آبی مواجه هستند، از اهمیت زیادی برخوردار است (Costa *et al*., 2009).

در مراحل غیر حساس رشد میوه، آبیاری بیش‌تر نه‌تنها هزینه‌های دسترسی و پمپاژ آب را افزایش می‌دهد، بلکه باعث رشد بیش‌ازحد رویشی شده و هزینه هرس را بالا می‌برد (Berenguer *et al*., 2002). نتایج آزمایش‌های انجام‌شده روی تأثیر چهار تیمار آبیاری بر میزان محصول درختان زیتون توسط دی‌آندریا و همکاران (D Andria *et al*., 2002) نشان داد که با افزایش میزان آب آبیاری، میانگین وزن و تعداد میوه در هر درخت افزایش یافت. نتایج آزمایش‌های انجام‌شده توسط برنگیور و همکاران (Berenguer *et al*., 2002) برای بررسی تأثیر هفت تیمار آبیاری بر رشد زیتون (رقم آربکین) نشان داد که با افزایش میزان آب

آبیاری، اندازه و وزن میوه افزایش یافت. روش کم‌آبیاری تنظیم‌شده در شرایط محدودیت آب و با ایجاد دوره‌های کم‌آبیاری در مراحل فنولوژیکی انتخاب‌شده می‌تواند به کاهش رشد رویشی، ایجاد تاج مناسب و کاهش هزینه‌های نگهداری باغ (Moriana *et al*., 2012؛ Costa *et al*., 2009) و همچنین بهبود ویژگی‌های میوه و درآمد اقتصادی منجر شود (Chartzoulakis and Bertaki, 2015؛ Dell'Amico *et al*., 2012؛ Chai *et al*., 2015؛ Tognetti *et al*., 2006).

نتایج پژوهش راپوپورت و کاستاگلی (Rapoport and Costagli, 2004) نشان داد که اعمال تنش بین چهار تا نه هفته بعد از مرحله تمام‌گل در زیتون (رقم لچینو) منجر به کاهش وزن و حجم میوه شد. با اعمال کم‌آبیاری تنظیم‌شده در باغات زیتون می‌توان مصرف آب را در حدود پنجاه درصد (بدون افت عملکرد محصول در مقایسه با آبیاری کامل) کاهش داد (Jacobsen *et al*., 2012). با توجه به کمبود آب در کشور به‌خصوص در مناطق گرم و خشک، هدف از این پژوهش تعیین مراحل حساس رشدی میوه زیتون (رقم زرد) در برابر تنش کم‌آبیاری در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در منطقه جوانمیری واقع در شهرستان سرپل‌ذهاب از اردیبهشت سال ۱۳۹۵ به مدت دو سال باغی ۱۳۹۵ و۱۳۹۶ انجام شد. این منطقه دارای طول جغرافیائی ۴۵ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۱۵ متر است. نتایج آزمایش خاك و آب نشان داد که بافت خاك لومی شنی با اسیدیته ۷/۳۵ و آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی ۵۵۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر و اسیدیته ۷/۲۲ بود.

مواد آزمایشی این پژوهش درختان چهارده ساله زیتون رقم زرد بودند. تیمارها شامل پنج رژیم آبیاری بود:

T_1: آبیاری کامل به میزان صد درصد نیاز آبی در طول فصل (شاهد).

T_2: عدم آبیاری در طول مدت سخت شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل.

T_3: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول به‌منظور تهیه کنسرو).

T_4: آبیاری به میزان شصت درصد نیاز آبی.

T_5: بدون آبیاری درشرایط دیم.

در این آزمایش از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شد. درختان به فاصله ۵×۵ متر کشت شده بودند و هر واحد آزمایشی شامل سه درخت بود. به‌طوری‌که در هر تیمار آزمایشی از نه درخت استفاده شد. با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی ایستگاه هواشناسی شهرستان ثلاث واقع در پنج کیلومتری محل اجرای آزمایش و با استفاده از معادله پنمن مانتیث (نرم‌افزار ET_0 calculator)، تبخیر و تعرق بالقوه و نیاز آبی درختان از اوایل اردیبهشت

(زمان توقف بارندگی) تا بیستم شهریور (زمان برداشت میوه جهت کنسرو) محاسبه شد. آبیاری هر سه روز یک‌بار بر اساس روش ذکر شده با اندازه‌گیری تبخیر و تعرق روزانه و تعیین حجم آب موردنیاز با در نظر گرفتن ضرایب گیاهی زیتون (Anonymous, 2008) و به روش آبیاری قطره‌ای انجام شد. در روی هر ردیف نیز یک کنتور حجمی جهت اندازه‌گیری حجم آب مورد استفاده درختان تعبیه شد. عملیات هرس و مبارزه با علف‌های هرز به‌طور یکسان در همه تیمارها اعمال شد.

صفات زایشی با استفاده از شاخص‌های ارزیابی و تمایز زیتون (Anonymous, 2002) بعد از پایان تنش کسر آبیاری اندازه‌گیری شد. در این آزمایش شروع گلدهی درختان زیتون در دوم اردیبهشت، شروع سخت‌شدن هسته‌ها در سوم خرداد و سخت‌شدن کامل هسته‌ها در سی‌ام خرداد مشاهده شد و طول مدت سخت شدن هسته‌ها، سی روز بود. در نهایت محصول در ششم شهریور برداشت شد.

پس از جداسازی تصادفی چهل عدد میوه از هر واحد آزمایشی، طول و قطر آن‌ها با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین میزان گوشت با استفاده از چاقو گوشت از هسته جدا و توزین شد. برای محاسبه وزن خشک و درصد ماده خشک، میوه‌ها و نمونه‌های گوشت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن آن‌ها، خشک شدند. در پایان آزمایش، میوه‌های هر درخت برداشت و به‌عنوان مقدار عملکرد میوه در هر درخت ثبت شد. از آن‌جایی‌که هر واحد آزمایشی شامل سه درخت بود و سه تکرار نیز در آزمایش وجود داشت بنابراین عملکرد متوسط ۹ درخت موجود در آزمایش به‌عنوان معیاری برای محاسبه عملکرد در هکتار لحاظ شد. با توجه به این‌که فاصله درختان کاشته شده ۵×۵ متر بود بر این اساس تعداد ۴۰۰ عدد درخت زیتون در هکتار وجود داشت، بنابراین عملکرد در هکتار از حاصل‌ضرب متوسط عملکرد میوه در درخت در عدد ۴۰۰ محاسبه شد.

تجزیه آماری داده‌ها به روش مدل خطی عمومی (GLM) به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

میزان تبخیر و تعرق و نیاز آبی درختان زیتون طی سال‌های آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد اثر رژیم آبیاری بر وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل رژیم آبیاری در سال بر وزن، طول و قطر میوه و وزن گوشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی تأثیر سال بر طول و وزن میوه معنی‌دار نبود. اثر متقابل رژیم آبیاری×سال بر وزن هسته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۱- میزان تبخیر و تعرق و نیاز آبی درختان زیتون طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 1. Evapotranspiration and water requirement of olive trees during 2016-17

ماه Month	Year	سال	تبخیر و تعرق (میلی‌متر) Evapotranspiration (mm)	نیاز آبی ماهیانه (لیتر در درخت) Monthly water requirement (L tree^{-1})	نیاز آبی ماهیانه (مترمکعب در هکتار) Monthly water requirement (m^3 ha^{-1})
مه	2016	۱۳۹۵	154.90	1124.09	449.64
May	2017	۱۳۹۶	194.00	1791.07	716.43
ژوئن	2016	۱۳۹۵	211.50	2740.31	1096.12
June	2017	۱۳۹۶	244.30	3165.50	1266.20
ژوئیه	2016	۱۳۹۵	256.30	3491.02	1396.41
July	2017	۱۳۹۶	284.80	3879.21	1551.68
اوت	2016	۱۳۹۵	245.90	3349.36	1339.74
August	2017	۱۳۹۶	297.40	4050.84	1620.34
سپتامبر	2016	۱۳۹۵	131.30	1788.42	715.37
September	2017	۱۳۹۶	177.00	2405.33	962.13
جمع	2016	۱۳۹۵	999.90	12493.27	4997.31
Total	2017	۱۳۹۶	1197.50	15292.00	6116.80

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 2. Combined analysis of variance of weight of fruit, pit and flesh, and fruit length and diameter during 2016-17

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	وزن هسته Pit weight	وزن گوشت Flesh weight
Year (Y)	سال	1	3.42^{ns}	4.92**	3.68**	0.72**	1.00**
Block × Year	بلوک × سال	4	0.21^{ns}	0.02^{ns}	0.03**	0.02^{ns}	0.11^{ns}
Irrigation regime (I)	رژیم آبیاری	4	9.11**	0.95**	0.46**	0.19**	7.04**
I × Y	رژیم آبیاری × سال	4	0.89**	0.11**	0.05**	0.02*	0.83**
Error	خطا	16	0.07	0.01	0.01	0.01	0.05
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		8.79	7.08	6.96	10.72	10.18

ns، * و**: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد بیشترین وزن و قطر میوه در تیمار آبیاری صد درصد (T_1) و کم آبیاری T_2 مشاهده شد در حالی که کمترین ابعاد میوه در شرایط دیم (T_5) به دست آمد. بیشترین وزن گوشت در تیمار آبیاری کامل (T_1) و کم‌آبیاری T_2 مشاهده شد و کمترین مقدار مربوط به تیمار دیم (T_5) بود (جدول ۴). نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد اثر رژیم آبیاری و اثر متقابل رژیم آبیاری در سال بر عملکرد میوه در هکتار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۳- اثر رژیم‌های آبیاری بر وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه

Table 3. The effect of irrigation regimes on weight of fruit, pit and flesh, and fruit length and diameter

رژیم آبیاری* Irrigation regime*	وزن میوه (گرم) Fruit weight (g)	طول میوه (سانتی‌متر) Fruit length (cm)	قطر میوه (سانتی‌متر) Fruit diameter (cm)	وزن هسته (گرم) Pit weight (g)	وزن گوشت (گرم) Flesh weight (g)
T_1	4.27a	2.23a	1.53a	1.02a	3.24a
T_2	4.08a	2.18a	1.49a	0.86a	3.29a
T_3	2.24bc	1.59bc	1.08bc	0.80ab	1.43bc
T_4	3.32ab	2.01ab	1.34ab	0.98a	2.33ab
T_5	1.42c	1.31c	0.88c	0.57b	0.85c

* T_1: آبیاری کامل؛ T_2: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T_3: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T_4: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T_5: بدون آبیاری (دیم).

* T_1: Full irrigation; T_2: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T_3: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T_4: irrigation for 60% of the water requirement; T_5: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 4. Means comparison of the effect of irrigation regimes on weight of fruit, pit and flesh, and fruit length and diameter during 2016-17

رژیم آبیاری* Irrigation regime*	Year	سال	وزن میوه (گرم) Fruit weight (g)	طول میوه (سانتی‌متر) Fruit length (cm)	قطر میوه (سانتی‌متر) Fruit diameter (cm)	وزن هسته (گرم) Pit weight (g)	وزن گوشت (گرم) Flesh weight (g)
T_1	2016	۱۳۹۵	3.99a	1.90a	1.20a	0.94a	3.05a
	2017	۱۳۹۶	4.55a	2.56a	1.86a	1.11ab	3.44a
T_2	2016	۱۳۹۵	3.88a	1.86a	1.18a	0.71b	3.16a
	2017	۱۳۹۶	4.27a	2.51a	1.80a	1.01bc	3.42a
T_3	2016	۱۳۹۵	1.45b	1.08b	0.68b	0.67b	0.78b
	2017	۱۳۹۶	3.03b	2.10bc	1.48bc	0.94c	2.08b
T_4	2016	۱۳۹۵	3.55a	1.74a	1.11a	0.83ab	2.71a
	2017	۱۳۹۶	3.09b	2.28b	1.57b	1.13a	1.95b
T_5	2016	۱۳۹۵	0.84b	0.72c	0.40c	0.30c	0.54b
	2017	۱۳۹۶	2.00c	1.90c	1.36c	0.83d	1.17c

* T_1: آبیاری کامل؛ T_2: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T_3: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T_4: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T_5: بدون آبیاری (دیم).

* T_1: Full irrigation; T_2: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T_3: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T_4: irrigation for 60% of the water requirement; T_5: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

تأثیر سال بر نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب معنی‌دار نبود (جدول ۵). اثر تیمار آبیاری بر عملکرد میوه در هکتار، نسبت گوشت به هسته و درصد رطوبت میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بین رژیم‌های آبیاری، بیشترین نسبت گوشت به هسته مربوط به تیمار کم آبیاری T_2 و بعد از آن تیمار شاهد بود و کمترین مقدار در شرایط دیم حاصل شد. بیشترین درصد رطوبت میوه در تیمار شاهد و تیمار کم‌آبیاری T_2 و T_4 مشاهده شد و کمترین مقدار در شرایط دیم به دست آمد (جدول ۶).

در پژوهش حاضر وزن میوه و ابعاد آن تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری قرار گرفت که این موضوع در پژوهش‌های متعدد به اثبات رسیده است. معمولاً تنش خشکی و کم‌آبیاری شدید در زیتون منجر به کاهش اندازه میوه می‌شود. در مطالعه‌ای گزارش شده است که اعمال تنش بین چهار تا نه هفته بعد از مرحله تمام‌گل در زیتون (رقم لچینو) وزن و حجم میوه را کاهش داد (Rapoport and Costagli, 2004). نتایج لی و همکاران (Li *et al*., 1989) نشان داد که تنش آبی در مرحله ابتدایی رشد میوه در درختان هلو باعث افزایش اندازه میوه شد. در طول دوره تنش متوسط، میوه فشار اسمزی خود را تنظیم می‌کند و با از بین رفتن تنش آبی، در واقع وضعیت آبی بهتری نسبت به میوه‌هایی که آبیاری به‌طورمعمول داشته‌اند، خواهد داشت (Chalmers *et al*., 1986).

در بررسی اثرات آبیاری در زیتون رقم آربکین، با اعمال هفت تیمار آبیاری در طول فصل رشد، مشاهده شد که با افزایش میزان آب آبیاری، اندازه و وزن میوه افزایش یافت (Berenguer *et al*., 2002).

در این پژوهش وزن گوشت که در ارقام کنسروی حائز اهمیت است در تیمار کم‌آبیاری T_2 بیشتر از تیمار آبیاری شاهد بود و از طرفی وزن میوه در تیمار کم‌آبیاری T_2 بیشتر از بقیه تیمارهای آبیاری بود. در این راستا گیرون و همکاران (Giron *et al*., 2015) اظهار داشتند در درختان زیتون رقم سویلانا، اعمال کم‌آبیاری متوسط در طول مدت سخت‌شدن هسته که در آن پتانسیل آب تنه درختان زیتون ۲/۵- مگاپاسکال بود، رشد میوه را افزایش داد؛ درحالی‌که کم‌آبیاری شدید که در آن پتانسیل آب تنه درخت ۳- مگاپاسکال بود، رشد میوه را کم کرد. نامبردگان همچنین اظهار کردند که کم‌آبیاری متوسط به‌طور معنی‌داری پتانسیل اسمزی را در مقایسه با آبیاری کامل کاهش می‌دهد و باعث افزایش انتقال قند به میوه می‌شود. نتایج مطالعات روزکرانس و همکاران (Rosecrance *et al*., 2015) نشان داد با افزایش میزان آب آبیاری درصد رطوبت میوه افزایش یافت و این یافته با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچون مطالعه حاضر، محققین مختلفی گزارش کرده‌اند که ابعاد و وزن میوه رابطه مستقیمی با میزان آبیاری و آب مصرفی دارد (Berenguer *et al*., 2002؛ Mezghani *et al*., 2012).

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و درصد رطوبت میوه، نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 5. Combined analysis of variance of fruit yield and moisture, flesh to pit ratio, and water use efficiency during 2016-17

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	نسبت گوشت به هسته Flesh to pit ratio	درصد رطوبت میوه Fruit moisture	عملکرد میوه Fruit yield	راندمان مصرف آب Water use efficiency
Year (Y)	سال	1	0.000001^{ns}	133.15*	6690.10*	0.0001^{ns}
Block × Y	بلوک × سال	4	0.04	32.97	296438.90	0.36
Irrigation (I)	رژیم آبیاری	4	0.35**	1135.72**	109203230.10**	15.94**
I × Y	آبیاری × سال	4	0.04^{ns}	39.37^{ns}	1071987.50**	0.64*
Error	خطا	16	0.02	20.03	153733.60	0.15
C.V. (%)	ضریب تغییرات (٪)	-	16.14	7.75	7.45	15.04

ns، * و**: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۶- اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و درصد رطوبت میوه، نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب

Table 6. The effect of irrigation regimes on fruit yield and moisture, flesh to pit ratio, and water use efficiency

رژیم آبیاری* Irrigation regime*	نسبت گوشت به هسته Flesh to pit ratio	درصد رطوبت میوه Fruit moisture (%)	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار) Fruit yield ($kgha^{-1}$)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) Water consumption (m^3ha^{-1})	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (kgm^{-3})
T_1	1.26a	69.67a	9780.00a	5557.4	1.77b
T_2	1.32a	67.28a	9233.30a	4547.31	2.04b
T_3	0.84b	48.93b	1542.70c	279.19	5.51a
T_4	1.00ab	64.81a	5276.7b	3334.22	1.62b
T_5	0.78b	37.83c	488.70c	237.00	2.13b

* T_1: آبیاری کامل؛ T_2: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T_3: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T_4: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T_5: بدون آبیاری (دیم).

* T_1: Full irrigation; T_2: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T_3: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T_4: irrigation for 60% of the water requirement; T_5: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

تأثیر رژیم آبیـاری و اثـرات متقابـل سـال در رژیم آبیاری بر عملکرد میـوه در سـطح احتمـال یک درصـد و اثـر سـال در سـطح احتمـال پـنج درصــد معنــی‌دار بــود (جــدول ۵). رژیم‌هــای آبیاری T_1 و T_2 دارای بیشـترین میـزان عملکـرد میوه در هکتار بودند و کمتـرین میـزان عملکـرد میوه در تیمار دیم (رژیم آبیاری T_5) حاصل شد (جدول ۶).

عملکرد میوه در اغلب رژیم‌های آبیاری بسته به سال دارای تفاوت معنـی‌دار بـود کـه نشـان از تناوب باردهی در زیتون دارد (جـدول ۷). تغییـر در میزان عملکرد ناشی از رفتار تنـاوب بـاردهی رقم زیتون و همچنین شرایط آب و هوایی است. عملکرد میوه زیتون به مقـدار میوه‌هـای تشـکیل شده، آب قابل‌دسـترس و دمـای محـیط بسـتگی دارد. از آن‌جایی‌کـه زیتـون درختـی سـال‌آور است بنابراین مقدار میوه تشکیل شده از سالی به سال دیگر فرق می‌کند. اندازه میوه به مقدار میوه تشکیل شـده بـر روی هـر درخـت بسـتگی دارد (Lavee and Wodner, 1991). نتـایج ایـن پژوهش با یافته‌های گالان و همکـاران (Galan *et al*., 2005) و همچنین لاوه و وادنـر (Lavee and Wodner, 2004) در مـورد متغیـر بـودن عملکرد میوه در ارقام مختلف زیتـون همخـوانی دارد. تنش کم‌آبیاری متوسط باعث کاهش رشد رویشی، بهبود نفوذ نور به داخل تـاج درخـت و افزایش عملکرد میوه می‌شود (Rosecrance *et al*., 2015). نتایج این پژوهش با نتـایج فـوق در مـورد افـزایش عملکـرد میـوه بـا افـزایش تـنش کم‌آبی مطابقت دارد.

میانگین دوساله میزان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری محاسبه شـده در تیمارهـای مختلف در جدول ۶ نشان داده شده است. نتـایج جدول مربوطه نشان می‌دهد کـه بـین رژیم‌هـای مختلـف آبیـاری، بیشـترین میـزان رانـدمان آب مصرفی در هکتار مربوط به تیمار کم‌آبیـاری T_3 بود و بقیه تیمارها در یـک کـلاس آمـاری قـرار گرفتنـد هرچنـد از نظـر عـددی بیشـترین مقـدار مربوط به تیمار دیم و بعدازآن تیمار T_2 بود.

راندمان مصرف آب آبیاری یکـی از عوامـل مؤثر برای ارزیابی کارایی مدیریت مصرف آب آبیاری (Fereres and Soriano, 2007) اسـت. نتایج تحقیقات نشان داده رانـدمان مصـرف آب بر اساس عملکرد با افزایش مصرف آب کاهش یافتـه اسـت (Correa-Tedesco *et al*., 2010). در پـژوهش حاضـر نیـز، رانـدمان مصـرف آب تیمار کم‌آبیاری T_3 بالاتر از درختان شاهد بود. نتایج این پژوهش موافق با پژوهش‌های قبلـی در خصوص افزایش راندمان مصرف آب بـا تیمـار کم‌آبیـاری اسـت (Iniesta *et al*., 2009). در یک پژوهش، بهره‌وری میزان عملکـرد درختـان زیتون کم‌آبیـاری شـده بـا ۵۰ درصـد نیـاز آبـی از نظر میزان عملکـرد، بـالاتر از درختـان زیتـون شـاهد بـود (Caruso *et al*., 2014). رانـدمان مصـرف آب بـرای تولیـد محصـول در درختـان زیتون با استفاده از آب مصرف شده محاسبه شد کـه همیشـه در تیمارهـای کم‌آبیـاری بـالاتر از شـــاهد بـــود (Iniesta *et al*., 2009).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و درصد رطوبت میوه، نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 7. Means comparison of the effect of irrigation regimes on fruit yield and moisture, flesh to pit ratio, and water use efficiency during 2016-17

رژیم آبیاری* Irrigation regime*	Year	سال	نسبت گوشت به هسته Flesh to pit ratio	درصد رطوبت میوه Fruit moisture (%)	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار) Fruit yield (kgha^{-1})	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) Water consumption (m^{3}ha^{-1})	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (kgm^{-3})
T_1	2016	۱۳۹۵	1.26ab	70.13a	9560.00a	4997.28	1.91b
	2017	۱۳۹۶	1.26a	69.21a	10000.00a	6116.80	1.63c
T_2	2016	۱۳۹۵	1.42a	66.73a	8933.30a	4070.07	2.19b
	2017	۱۳۹۶	1.22a	67.83a	9533.30b	5024.56	1.89bc
T_3	2016	۱۳۹۵	0.71c	43.50b	1385.30c	265.79	5.21a
	2017	۱۳۹۶	0.98b	54.36b	1700.00c	292.60	5.81a
T_4	2016	۱۳۹۵	1.02bc	64.02a	6020.00b	2998.36	2.01b
	2017	۱۳۹۶	0.97b	65.60a	4533.30b	3670.08	1.23c
T_5	2016	۱۳۹۵	0.79c	33.61b	497.30d	284.00	1.75b
	2017	۱۳۹۶	0.77b	42.05c	480.00d	190.00	1.52b

* T_1: آبیاری کامل؛ T_2: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T_3: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T_4: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T_5: بدون آبیاری (دیم).

* T_1: Full irrigation; T_2: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T_3: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T_4: irrigation for 60% of the water requirement; T_5: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

افزایش کارایی مصرف آب تحت تنش کم آبیاری در درختان زیتون (Bacelar *et al*., 2009) و نیز در درختان بادام (Rouhi *et al*., 2007) گزارش شده است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش عملکرد و ابعاد میوه و همچنین وزن گوشت میوه درختانی که قطع آبیاری را در مرحله سخت‌شدن هسته تجربه کردند (T_2)، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با درختان شاهد (T_1) نداشت. عملکرد میوه تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار گرفت، کم‌ترین عملکرد میوه مربوط به تیمار دیم و بیش‌ترین عملکرد میوه در تیمار شاهد و رژیم آبیاری (T_2) مشاهده شد. در میان تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم‌شده تیمار کم‌آبیاری T_3، بالاترین راندمان مصرف آب در تولید میوه را داشت و کم‌ترین راندمان مصرف آب در تیمار T_4 مشاهده شد.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۲-۵۵-۰۳-۹۴۱۰۲ با استفاده از

اعتبارات پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی انجام شد. نویسندگان لازم می‌دانند قدردانی خود را از مسئولان مربوطه اعلام دارند. همچنین از همکاران ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو شهرستان سرپل‌ذهاب به‌ویژه آقایان مهندس حاجی امیری و نجفی به خاطر کمک در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Arzani, K., and Arji, I. 2000. The effect of water stress and deficit irrigation on young potted olive cv. Local-Roghani Roodbar. Acta Horticulture 537: 879-885.

Anonymous. 2002. Methodology for the secondary characterization (agronomic, phonological, pomological and oil quality) of olive varieties held in collection. Project on conservation, characterization, collection of Genetic Resources in olive. International Olive Oil Council. 23pp.

Anonymous. 2008. http//www.fao.org/nr/water/ETo.html. Accessed 27 November, 2014.

Bacelar, E. A., Moutinho-Pereira, J. M., Goncalves, B. C., Lopes, J. I., and Correia, C. M. 2009. Physiological responses of different olive genotypes to drought conditions. Acta Physiologiae Plantarum 31: 611-621.

Berenguer, M. M. J., Gratten, S., Conne, J., Polito, V., and Vossen, P. 2002. Optimizing olive oil production and quality through irrigation management, university of California cooperative Extension and UC Davis.cesonoma,ucdavis.edu/files/51774-pdf

Caruso, G., Gucci, R., Urbani, S., Esposto, S., Taticchi, A., Di Maio, I., Selvaggini, R., and Servili, M. 2014. Effect of different irrigation volumes during fruit development on quality of virgin olive oil of cv. Frantoio. Agricultural Water Management 134: 94–103.

Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H. L., Waskom, R. M., Niu, Y., and Siddique, K. H. M. 2015. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. Agronomy for Sustainable Development. 21pp.

Chalmers, D. J., Burge, G., Jerie, P. H., and Mitchell, P. D. 1986 . The mechanism of regulation of Bartlett Pear fruit and vegetative growth by irrigation withholding and regulated deficit irrigation. Journal of the American Society for Horticultural Science 111: 904-907.

Chartzoulakis, K., and Bertaki, M. 2015. Sustainable Water Management in Agriculture under Climate Change. Agriculture and Agricultural Science Procedia 4: 88-98.

Correa-Tedesco, G., Rousseaux, M. C., and Searles, P. S. 2010. Plant growth and yield responses in olive (*Olea europaea* L.) to different irrigation levels in an arid region of Argentina. Agricultural Water Management 97: 1829-1837.

Costa, J. M., Ortuno, M. F., and Chaves, M. M. 2009. Deficit irrigation as a strategy to save water: Physiology and potential application to horticulture. Journal of Integrative Plant Biology 49: 1421-1434.

D Andria, R., Morelli, G., Patiumi, M., and Fontanazza, G. 2000. Irrigation regime affects yield and oil quality of olive trees. Fourth International Symposium on Olive Growing, Valenzano (Bari) Italy, pp136.

Dell'Amico, J., Moriana, A., Corell, M., Giron, I. F., Morales, D., Torrecillas, A., and Moreno, F. 2012. Low water stress conditions in table olive trees (*Olea europaea* L.) during pit hardening produced a different response of fruit and leaf water relations. Agricultural Water Management 114: 11-17.

Fereres, E., and Soriano, M. A. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Journal of Experimental Botany 58: 147-159.

Gholami, R., Arji, I., and Gerdakaneh, M. 2013a. Study of irrigation interval and mulch effects on vegetative growth of olive in Kermanshah province. Journal of Horticultural Science 27: 74-81 (in Persian).

Gholami, R., Arzani, K., and Arji, I. 2013b. Effect of Paclobotrazol (PBZ) and different irrigation amounts on vegetative growth and performance of young olive plants cv. Manzanillo. Journal of Horticultural Science 26: 402-408 (in Persian).

Gholami, R., Sarikhani, H., and Arji, I. 2016. Effects of deficit irrigation on some physiological and biochemical characteristics of six commercial olive cultivars in field conditions. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 17: 39-52 (in Persian).

Giron, I. F., Corell, M., Galindo, A., Torrecillas, E., Morales, D., Dell'Amico, J., Torrecillas, F., Moreno, A., and Moriana, A. 2015. Changes in the physiological response between leaves and fruits during a moderate water stress in table olive trees. Agricultural Water Management 148: 280-286.

Iniesta, F., Testi, L., Orgaz, F., and Villalobos, F. J. 2009. The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth, and yield of olive trees. European Journal of Agronomy 30: 258-265.

Jacobsen, S. E, Jensen, C. R., and Liu, F. 2012. Improving crop production in the arid Mediterranean climate. Field Crops Research 128: 34-47

Jafari, A., and Mahlooji, M. 2005. Future strategy in retrospect, the lessons of the recent drought in Isfahan. Journal of Drought and Agricultural Drought 17: 34-30 (in Persian).

Kheirabi, J., Tavakoli A., Entesari M., and Salamat A. 1996. Deficit irrigation guidelines. In: the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, Tehran (in Persian).

Lavee, S., Wodner, M., 1991. Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive. Horticultural Science 66: 583-591.

Lavee, Sh., and Wodner, M. 2004. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. Scientia Horticulturae 99: 267-277.

Li, S. H., Huguet, J. G., Schoch, P. G., and Orlando, P. 1989. Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phonological stages of fruit development. Journal of Horticulture Science 64: 541-552.

Mezghani, M. A., Charfi, C. M., Gouiaa, M., and Labidi, F. 2012. Vegetative and reproductive behaviour of some olive tree varieties (*Olea europaea* L.) under deficit irrigation regimes in semi-arid conditions of Central Tunisia. Scientia Horticulturae 146: 143-152.

Moriana, A., Perez-Lopez, D., Prietoc, M. H., Ramirez-Santa-Pau, M., and Perez-Rodriguez, J. M. 2012. Midday stem water potential as a useful tool for estimating irrigation requirements in olive trees. Agricultural Water Management 112: 43-54.

Rapoport, H. F., and Costagli, G. 2004. The effect of water deficit during early fruit development on olive fruit morphogenesis. Journal of the American Society for Horticultural Science 129: 121-127.

Rosecrance, R. C., Krueger, W. H., Milliron, L., Bloese, J., Garcia, C. and Mori, B. 2015. Moderate regulated deficit irrigation can increase olive oil yields and decrease tree growth in super high density Arbequina olive orchards. Scientia Horticulturae

190: 75-82.

Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R., and Van Damme, P. 2007. Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. Environmental and Experimental Botany 59: 117-129.

Ruiz-Sanchez, M. C., Domingo, R., and Castel, J. R. 2010. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. Spanish Journal of Agricultural Research 8: 5-20.

Tognetti, R., D' Andria, R., Lavivi, A., and Morelli, G. 2006. The effect of deficit irrigation on crop yield and development of *Olea europaea* L., (cvs Frantoio and Leccino). European Journal of Agronomy 25: 356-364.